

Análisis de la carga mental en las tareas de los entrenamientos de los deportes colectivos

Trabajo de fin de grado

Autor: **Carlos Clement Requena.**

DNI: 74370100-Z.

Tutor: **Francisco Alarcón López.**

Curso **2018-2019**

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Facultad de Educación.

Índice

1. Introducción.....	8
2. Marco Teórico	9
2.1. Carga mental	9
2.2. Incertidumbre o entropía.....	10
2.3. Umbral óptimo de carga mental.....	11
2.4. Aprendizaje implícito y explícito.	13
2.5. Justificación del estudio.....	14
2.6. Definición del problema.	18
3. Desarrollo del trabajo.	20
3.1. Contexto y participantes.	20
3.2. Material y metodología.....	20
3.3. Desarrollo de las tareas.....	21
3.3.1. Ejercicio de prueba	22
3.3.2. Ejercicio 1	23
3.3.3. Ejercicio 2.....	24
3.3.4. Ejercicio 3.....	25
3.4. Resultados.....	26

4. Discusión, conclusiones e implicaciones futuras.	30
4.1. Discusión.	30
4.2. Conclusiones.	33
4.3. Implicaciones futuras.	34
5. Referencias.	35
Anexos.	38
Anexo 1.	38
Anexo 2:	42

Resumen

Son muchos los factores conocidos hoy en día que pueden mejorar el rendimiento de un deportista. Sin embargo, la gran mayoría de estudios que se han realizado tienen un enfoque más fisiológico. Recientemente, se ha aceptado el papel de la carga mental en el aprendizaje y la preparación de los deportistas para facilitar la mejora en la toma de decisiones en situaciones de juego. Este trabajo consiste en analizar cuál es la carga mental experimentada por los jugadores de los deportes colectivos, concretamente el baloncesto, cuando realizan las tareas de entrenamiento a las que están acostumbrados. Mediante un cuestionario realizado sobre diferentes ejercicios de entrenamiento, se observa cómo aumenta el nivel de esta carga con la dificultad de la tarea. También se comprueba cómo la percepción del rendimiento obtenido y el nivel de frustración experimentado por los jugadores aumenta a medida que lo hace la carga mental. Con todo ello, se proponen modificaciones de los ejercicios de entrenamiento realizados para adaptarlos a las demandas mentales de los jugadores y, por consiguiente, conseguir favorecer el aprendizaje.

Palabras clave: *Mental; Cognitivo; Aprendizaje; Entrenamiento; Carga*

Abstract.

Nowadays, there are many factors known that can improve the performance of an athlete. However, most studies that have been did have a more physiological approach. Recently, the role of the mental load in the learning and the preparation of the athletes has been accepted to facilitate the improvement in the decision making in game situations. This project consists in analyzing what is the mental load experienced by the players of the collective sports, specifically basketball, when they perform the training tasks to which they are accustomed. A questionnaire was done for different training exercises, whose results were that the level of this load increases with the difficulty of the task. It also shows how the perception of the performance obtained and the level of frustration experienced by the players increases as the mental load does. Finally, modifications of the training exercises made to adapt them to the mental demands of the players are proposed and to promote learning.

Keywords: *Mental; Cognitive; Learning; Training; Load*

1. Introducción

Los deportes colectivos de interacción se caracterizan por tener un gran componente de toma de decisiones en la gran mayoría de sus acciones, lo que genera una gran incertidumbre (Cárdenas, Conde-González y Perales, 2015). Esto conlleva que, debido a su déficit de tiempo o a la variabilidad de la situación (número de jugadores, de contrarios, momento de la competición) el jugador deba decidir la respuesta a una situación de juego de forma rápida y precisa, seleccionando la decisión óptima para la consecución del objetivo.

De este modo, el jugador se enfrenta a una gran cantidad de información a la que hacer frente, que se verá influida, o incluso alterada, por factores externos, como el ruido o el público o factores más internos, como pensamientos propios, sensaciones subjetivas de fatiga (Camacho, 2016).

Si bien es verdad que la ciencia del deporte ha avanzado en el ámbito de la psicología, es decir, que se ha aceptado el papel de la carga mental como un factor clave de rendimiento, equiparable a las variables físicas y técnicas específicas de cada deporte, parece aceptable admitir que no se han estudiado con tanta profundidad como éstas.

Existen numerosos artículos que analizan la carga mental en toda su complejidad, sin embargo, no existe una elevada bibliografía sobre la metodología de entrenamiento de estos atributos. Y lo que ha sido objeto de estudio, no ha revelado diferencias significativas entre los diferentes métodos propuestos, como podemos observar en la revisión de Kal, Proseé, Winters y Van Der Kamp (2018). Cabe señalar que esto se debe en gran parte a la reducida muestra y duración en los estudios realizados, y en muchos casos, a no comprobar la durabilidad del programa.

2. Marco Teórico

2.1. Carga mental

Podríamos definir la carga mental como el grado de recursos mentales invertidos en una tarea específica, teniendo en cuenta la capacidad del individuo y el nivel de dificultad de la tarea (Cárdenas et al., 2015). Sin embargo, es importante señalar la importancia de la dimensión emocional en esta capacidad.

Como ya hemos comentado brevemente en la introducción, en el panorama actual existe la certeza del gran impacto que puede tener la carga mental en el desarrollo de una competición o de una acción deportiva en particular, esta afirmación se acentúa cuando nos referimos a los deportes colectivos, como nos explican Cárdenas et al. (2015) y Camacho (2016).

Debido a las evidencias de la importancia de la carga mental en el rendimiento deportivo, parece hacerse indispensable el papel de esta en la planificación del entrenamiento. Son numerosos los estudios realizados sobre la planificación y periodización del entrenamiento y el principio de la supercompensación (Bompa, 2003). Todos ellos están centrados en las demandas físicas y fisiológicas (nivel de lactato en sangre, frecuencia cardiaca, etc.) pero, sin embargo, y a pesar de que esta aceptada la influencia de la carga mental en los niveles de estas demandas, existe demasiada incertidumbre sobre como planificarlo y entrenarlo. Por tanto, es imprescindible introducir la carga mental en la planificación del entrenamiento como variable que contribuya a modular los efectos de la carga física (Cárdenas et al., 2015).

Según Cárdenas et al. (2015), de igual modo que en el aspecto físico un estímulo debe situarse por encima del umbral para producir una adaptación fisiológica, en el aspecto mental ocurriría lo mismo. Esto quiere decir que la dificultad de la tarea debe superar un cierto “nivel” en comparación con la capacidad del individuo para resolverla. Del mismo modo, también expone que si superado el umbral de máxima tolerancia en cuanto a la carga de entrenamiento, se puede desembocar en lesiones o sobreentrenamiento en el aspecto físico, en el mental puede producir fatiga mental (estrés o burnout). Sin embargo, es el nivel de esfuerzo que cada jugador requiera para

la realización de la tarea lo que deberemos considerar como carga y no la dificultad de la tarea en sí, ya que este esfuerzo dependerá de los recursos disponibles del individuo y su capacidad para hacer frente al problema (capacidad de concentración, sensaciones de fatiga, pensamientos, etc.).

2.2. Incertidumbre o entropía.

Podemos definir la entropía como el nivel de desorden que produce un sistema. Aplicado al deporte y la actividad física, la entropía está relacionada con el grado de incertidumbre que puede tener cierta tarea, ya podemos estar hablando de una decisión en cierto momento de una competición, o incluso de la resolución de un problema en una tarea propuesta por un entrenador en una sesión. Por tanto, el nivel de incertidumbre o entropía que requiera una tarea incidirá directamente en el nivel de carga mental a la que el sujeto se verá expuesto para dar solución. Cuanta más incertidumbre, más demanda de los procesos cognitivos será exigida. (Cárdenas et al., 2015)

Es interesante señalar, como ya hemos comentado, que cada individuo reaccionara de manera distinta al mismo estímulo, por tanto, el nivel de incertidumbre dependerá de los recursos cognitivos individuales y es importante que este nivel supere por poco la capacidad del sujeto para afrontar la tarea (Van Acker, Parmentier, Vlerick y Saldien, 2018)

Según Cárdenas et al. (2015), si conseguimos manipular la entropía de la tarea, esta será la herramienta para manipular la carga mental de esta. En el deporte, el grado de incertidumbre o entropía dependerá en gran parte de la interacción entre los factores que componen cada uno de ellos.

Si nos centramos en los deportes colectivos, estos factores condicionantes que determinan el grado de incertidumbre serían los siguientes (Cárdenas et al., 2015):

- *Relación numérica de jugadores*: número de jugadores en un espacio determinado y la diferencia entre jugadores del mismo equipo y contrarios. Existirá mayor incertidumbre si el equipo se encuentra en inferioridad respecto al rival.

- *Espacio disponible*: dependerá de si el equipo está en posesión del balón o pelota (móvil). Si hay más espacio, los atacantes obtendrán un menor nivel de incertidumbre que los defensores. Si hay menos, los atacantes tendrán un mayor nivel de incertidumbre.
- *Tiempo disponible*: el déficit de tiempo tendrá un alto impacto en la carga mental del jugador. Este está íntimamente relacionado con la dimensión Espacio disponible.
- *Libertad de actuación*: dependiendo de la tarea de entrenamiento o de la situación, puede tener consignas o normas que limiten este nivel de libertad (por ejemplo, botar solo con una mano en baloncesto o limitar el número de botes en balonmano).

2.3. Umbral óptimo de carga mental.

Como ya hemos citado anteriormente, la carga mental debe alcanzar cierto nivel para producir una adaptación en la capacidad mental del individuo, que se denomina umbral óptimo.

Según Guadagnoli y Lee (2004) la dificultad de la tarea se divide en dos subclases. Por un lado, la dificultad de la tarea nominal, que es independiente del sujeto que tratará de resolverla. Por otro lado, la dificultad de tarea funcional hace referencia a la dificultad de la tarea dependiendo del nivel de habilidad del sujeto y de las condiciones bajo las cuales se realiza.

La teoría de la carga cognitiva explica que el aprendizaje de una tarea demanda el reclutamiento de recursos neuronales, tales como la atención y la memoria de trabajo. Si la tarea consume un nivel excesivo de estos recursos la información no se procesará en su totalidad, lo que generará una disminución del aprendizaje (Pass, Van Gog y Sweller, 2010; Shuggi, Oh, Shewokis y Gentili, 2017).

Tomando como referencia el trabajo realizado por Shuggi et al. (2017), podemos deducir que si aumentamos el nivel de dificultad nominal de la tarea, como podría ser aumentar el grado de incertidumbre de determinada tarea, observaremos un mayor aprendizaje motor. Sin embargo, si lo aumentamos excesivamente, observaremos un

menor aprendizaje motor, ya que como se puede verificar en el estudio realizado por Akizuki y Ohashi (2015), el aprendizaje motor y la carga mental están relacionados según una V invertida.

Esto quiere decir que la cantidad de información disponible debe superar lo que se denomina umbral de desafío óptimo, si esta es inferior no supone un aumento en la eficiencia del procesamiento de la información y si es superior provoca una sobrecarga en el sistema. Se presupone, por tanto, que el aprendizaje motor será más productivo si la dificultad de la tarea funcional se ajusta a este umbral, manipulando la dificultad de la tarea nominal dependiendo de la capacidad individual mental del alumno, lo que refuerza los conceptos de dificultad nominal y dificultad funcional de la tarea (Shuggi et al, 2017)

Como hemos analizado en anteriores apartados, la carga mental que un ejercicio supone para el alumno y el nivel de adquisición de la habilidad en cuanto al desarrollo motor por parte del jugador tienen forma de V invertida:

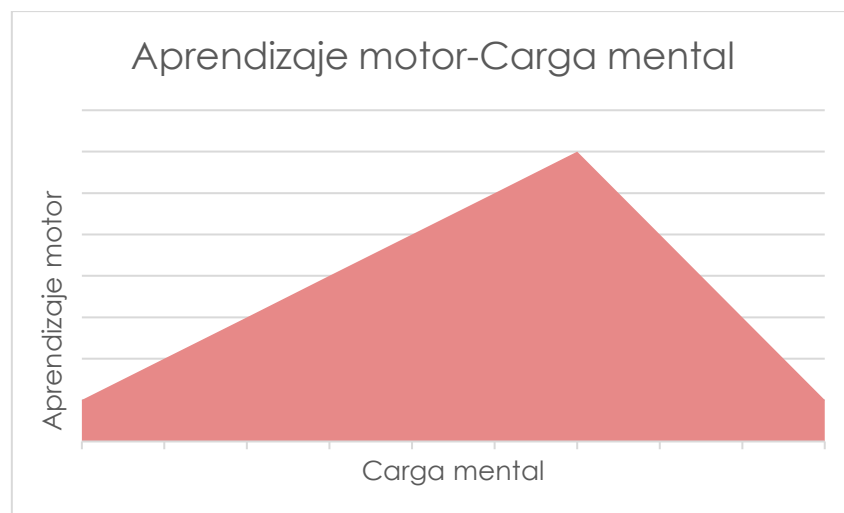


Figura 1: Relación aprendizaje motor-carga mental.

Como podemos ver en el gráfico, existe un nivel a partir del cual no se alcanzaría el nivel deseado de aprendizaje motor (Akizuki y Ohashi, 2015; Shuggi et al, 2017). Esto puede ser muy interesante de cara a conocer qué tipo de ejercicios, relacionándolos con la carga mental que suponen para el alumno, podrían ser beneficios (y cuáles no) para la formación y aprendizaje motor de este.

2.4. Aprendizaje implícito y explícito.

Latinjak (2014) define el aprendizaje motor explícito como todo aquel aprendizaje en el cual el aprendiz tiene intención de aprender y es consciente de qué aprende. Este puede estar centrado en el entrenador (mediante consignas previas al ejercicio, o mediante feedback durante la tarea) o puede estar centrado en el deportista, que, mediante la prueba y la consecución del objetivo, llegará a la solución. En cuanto al aprendizaje motor implícito es aquel aprendizaje no intencional en el cual el aprendiz no tiene consciencia de qué está aprendiendo y que resulta en la ejecución automática de una conducta.

Se han realizado una gran cantidad de estudios que comparan el aprendizaje motor explícito con el implícito, partiendo la mayoría de la hipótesis de que el implícito se considera efectivo para el aprendizaje motor de habilidades relacionadas con los deportes, ya que conseguiría automatizar el movimiento (Kal et al, 2018) y supondría un menor nivel de procesamiento de la información y, por lo tanto, una menor demanda de los recursos cognitivos, lo cual es clave a la hora de toma de decisiones con déficit de tiempo y gran incertidumbre, que en los deportes colectivos está continuamente presente. Sin embargo, en la revisión llevada a cabo por Kal (2018) a pesar de existir cierta evidencia sobre ello, no obtiene resultados significativos y expone que se debería evidenciar aún más para poder afirmarlo.

Gran parte de los estudios dedicados a valorar si el entrenamiento implícito es más beneficioso que el explícito en cuanto a la adquisición y automatización de una habilidad han trabajado mediante el desempeño de doble tarea. Esta estrategia propone que el sujeto realice una segunda tarea al mismo tiempo que la principal que queremos valorar y el rendimiento de esta segunda tarea determinara el grado de carga cognitiva que supone la tarea principal (Camacho, 2016).

Muchos investigadores afirman que enfocarse en un aprendizaje implícito de las habilidades deportivas reduciría la carga de los procesos cognitivos del alumno. Sin embargo, el aprendizaje motor implícito y explícito no se consideran necesariamente como procesos separados, sino como dos extremos de un continuo, con un aprendizaje motor puramente implícito en un extremo (el aprendizaje motor ocurre sin ningún

procesamiento del conocimiento declarativo relacionado con el movimiento) y el aprendizaje motor puramente explícito en el otro extremo (el rendimiento del motor depende completamente del procesamiento del conocimiento declarativo relacionado con el movimiento).

En cuanto a la cuantificación de la carga mental de las pruebas o tareas de entrenamiento, se han venido utilizando diferentes técnicas para medirla. Entre otras:

- *Medidas del diámetro de la pupila* para comprobar la implicación del sistema nervioso simpático en la ejecución de la actividad o prueba propuesta. Por ejemplo, en la comparación de esfuerzo cognitivo de futbolistas con diferentes conocimientos tácticos (Cardoso, González-Víllora, Guilherme, y Teoldo, 2019).
- *Medidas de secreción de amilasa en la saliva*, que también involucra al sistema nervioso simpático, como la medición de la dificultad de la tarea funcional durante el aprendizaje motor (Akizuki y Ohashi, 2015).
- *Cuestionarios subjetivos* como índice de esfuerzo percibido (RPE) o “Escala de BORG”, cuestionario de carga mental NASA-TLX (Task Load Index), SWAT (Subjective Workload Assessment Technique) y cuestionario de estado de ánimo PANAS (Positive and Negative Affect Schedule) (Borg, 1990; Camacho, 2016).

2.5. Justificación del estudio.

Se puede definir la carga de entrenamiento como el conjunto de exigencias psicológicas y biológicas provocadas por las actividades de entrenamiento. El entrenamiento deportivo en la actualidad se basa en la aplicación de estas cargas por parte del entrenador para generar una respuesta adaptativa en su o sus deportistas. Estas cargas se distribuyen en base a la competición, teniendo como objetivo la mejora del rendimiento y el mejor resultado posible en esta. Las cargas se planifican tanto a nivel anual (o el tiempo que dure la competición) como a nivel de sesión, incluso en una simple tarea de entrenamiento (Badillo y Serna, 2002).

Como se ha señalado anteriormente, los deportes de equipo se distinguen del resto debido al gran nivel de incertidumbre que crean en la gran mayoría de sus situaciones de juego (Camacho, 2016). Deportes como el balonmano o el baloncesto se caracterizan por la gran cantidad de situaciones de 2 contra 1, de 1 contra 1, 2 contra 2, etc. Y, en muchas ocasiones, se pueden observar situaciones con déficit de tiempo, ya que está delimitado el tiempo de ataque en cada jugada. Por tanto, conceptos como la memoria de trabajo y la consecuente toma de decisiones bajo presión generarán una gran carga a nivel mental en nuestro deportista, que se sumará a la carga física ya estudiada con gran profundidad. También cabe incluir entre estos conceptos la automatización del movimiento. Comprendiendo a los procesos cognitivos como un continuo entre la automatización de una tarea en un extremo, y el procesamiento consciente y controlado en el otro, podemos decir que cuanto más cerca se sitúe la tarea del procesamiento inconsciente (alto grado de automatización), menor carga cognitiva supondrá para el realizador de la tarea (Van Acker et al., 2018).

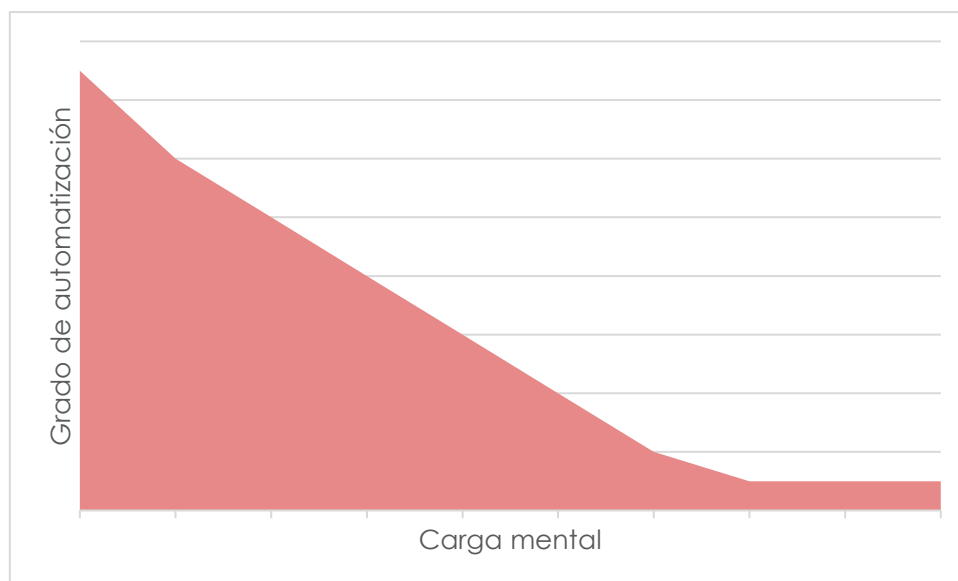


Figura 2: Relación grado de automatización-carga mental.

Debido a la importancia que esta carga supondrá, tanto en una competición como en una tarea de entrenamiento, el diseño de estas deberá impulsar la mejora de estas competencias, de naturaleza múltiple (técnicas, físicas, tácticas y psicológicas), para favorecer el rendimiento del deportista. Sin embargo, cabe señalar que todas ellas interactúan entre sí (Cárdenas, Perales y Alarcón, 2014).

En cuanto a las aplicaciones de la carga en los deportes de equipo, será más complicado debido al déficit de tiempo para el entrenamiento a consecuencia de la acumulación de competiciones (un partido a la semana, incluso dos o tres). En la actualidad, se opta por el diseño de tareas que integran matices técnicos, tácticos y físicos, lo que provoca que los jugadores no realicen tareas para mejorar individualmente sus carencias. También esto supondrá una mayor carga mental para el deportista, ya que deberá ser capaz de hacer frente cognitivamente a estímulos técnicos y físicos y mantener una óptima toma de decisiones respetando la táctica del equipo (Camacho, 2016).

Existen numerosos autores que han desarrollado métodos para controlar la carga durante el entrenamiento, mediante GPS (Cummins, Orr, O'Connor y West, 2013) o mediante frecuencia cardiaca o analizadores de ácido láctico en sangre y de gases. El TRIMP de Banister, Calvert, Savage, y Bach (1975), que, mediante fórmulas matemáticas, relaciona la intensidad con la duración. Pero todos estos métodos tan solo se centran en variables fisiológicas, dejando de lado la carga mental. En este campo sí que entraría la valoración y cuantificación de la carga mediante la RPE o Percepción Subjetiva del Esfuerzo de Borg (1982)

Se ha estudiado el papel de la carga y de la fatiga mental en el rendimiento deportivo, (Alarcón, Ureña y Cárdenas, 2017), pero no se ha analizado en profundidad el papel de la carga mental en las tareas de entrenamiento.

El vacío de estudios pertenecientes a la medición de la carga mental en deportes de equipo puede ser debido a la dificultad en la toma de datos de ésta, ya que existen numerosos estudios que evalúan la dificultad de la tarea a través de mediciones fisiológicas, como medidas del diámetro de la pupila o de la secreción de amilasa en la saliva anteriormente comentadas (Akizuki y Oshashi, 2015; Cardoso et al, 2019). Sin embargo, estos estudios experimentales son estudios demasiado invasivos como para tener posibilidad de aplicarlos en tareas de entrenamiento más reales y prácticas. Y, por extensión, a los deportes colectivos, donde la dinámica de trabajo grupal lo dificultaría aún más. Además, las medidas de estas magnitudes pueden sufrir variaciones significativas debido a la propia actividad física (Cárdenas et al, 2015).

Por tanto, del mismo modo que se han creado test de evaluación subjetiva del esfuerzo físico que son utilizadas en la actualidad para la programación de la carga fisiológica, sería interesante para el campo del entrenamiento deportivo adaptarlas para evaluar también la carga cognitiva o crear nuevas para su desarrollo (Cárdenas et al, 2015).

En la tesis de Camacho (2016) se ha comprobado mediante test de valoración subjetiva que el estado de ánimo puede variar significativamente al principio y al final de una tarea de entrenamiento. También se muestra a la manipulación de la limitación temporal en tareas de entrenamiento como estímulo de entrenamiento óptimo para incrementar o disminuir la carga mental de los jugadores. Sin embargo, no obtuvo el mismo resultado en cuanto a la limitación en el número de pases en un ejercicio.

Camacho (2016) estableció diferencias mediante su tesis dependiendo del nivel de habilidad de los jugadores. Los expertos tendían más a la automatización del movimiento que los novatos, debido a su alta experiencia, lo cual provocaba un gran uso de la memoria de trabajo por parte de los jugadores menos expertos. Además, en cuanto a la cuantificación de la carga mental, ratificó que la carga mental se reducía proporcionalmente con la reducción de procesamiento de información consciente por parte del jugador en una tarea.

Para todo ello, al igual que otros autores como Akizuki y Ohashi (2015), utilizó el test NASA TLX como instrumento para la medición de la carga mental en tareas de entrenamiento deportivo (ejercicio de estabilidad en maquina). Este cuestionario consta de seis dimensiones que evalúan la carga mental de una actividad, como puede ser, por ejemplo, un trabajo de oficina. Las seis dimensiones son las siguientes: exigencias mentales, exigencias físicas, exigencias temporales, rendimiento, esfuerzo y nivel de frustración.

Extrapolándolo al terreno deportivo, estos autores la han utilizado, al igual que muchos otros, como herramienta para determinar el nivel de carga mental que produce una tarea concreta de entrenamiento. Como hemos citado con anterioridad, Akizuki y Ohashi (2015) estudiaron la relación entre la dificultad de la tarea y el aprendizaje de

esta, postulando al test NASA TLX junto a la medición de amilasa salival como indicador de medición válido de la carga mental durante el control postural.

Partiendo de la base de que manipulando la dificultad nominal de la tarea conseguiremos manipular la carga mental de la tarea, y de que la dificultad funcional de la tarea variará proporcionalmente con la nominal, Akizuki y Ohashi (2015) tenían como objetivo, entre otros, determinar en qué puntuación del NASA TLX se alcanza el umbral de desafío óptimo de una tarea. Cabe señalar que el test requiere que el participante elija que dimensión es más relevante para la tarea propuesta, por las cuales las puntuaciones son ponderadas en base a ello. Sin embargo, en este estudio se utilizó una variante más simple sin ponderaciones llamada RTLX y se midió la adquisición del aprendizaje realizando una prueba de retención al día siguiente.

Divididos por 4 grupos de dificultad, el estudio reveló un mayor aprendizaje en el tercer nivel más complejo. Y en términos cuantitativos, estableció una puntuación de 51,5 en la dimensión de rendimiento del RTLX como Umbral óptimo de desafío.

Sería interesante para el campo del entrenamiento deportivo utilizar este valor como dato para determinar que tarea se encuentra cerca del umbral óptimo de desafío y cual no, y de esta forma, por ejemplo, analizar las tareas propuestas por entrenadores en deportes colectivos y manipulando el nivel de entropía, como modificar estas tareas para conseguir alcanzar ese umbral. Puede ser un gran avance en la planificación de la carga mental del entrenamiento (Cárdenas et al, 2015)

2.6. Definición del problema.

Como se ha comentado anteriormente, el cuestionario NASA TLX se ha postulado como un cuestionario apto para medir la carga mental de una tarea (Akizuki y Ohashi, 2015; Camacho, 2016).

Como se ha nombrado anteriormente, en el estudio realizado por Akizuki y Ohashi (2015) de la plataforma vibratoria, se estableció la puntuación de 51'5 en la dimensión de rendimiento como punto de umbral óptimo de desafío a nivel mental. De este dato puede deducirse que cuanto más cerca en una tarea se puntúe a la dimensión

de rendimiento cercano a 51'5, podríamos considerar a dicha tarea apta para optimizar la manipulación de la carga mental de un alumno, para su correcto desarrollo en este sentido.

De tal modo, es interesante discutir cómo se relacionarían las dimensiones de rendimiento y el nivel de carga mental experimentado por los alumnos en una tarea de entrenamiento. Evaluar posteriormente si el ejercicio propuesto es óptimo para el aprendizaje. Debido a que la carga mental puede dividirse en 2 grandes vertientes (carga cognitiva y carga emocional), sería importante observar también la relación entre el nivel de frustración obtenido, como medida de la carga emocional.

Por consiguiente, la relación entre estas tres dimensiones del cuestionario NASA TLX (nivel de carga mental, de rendimiento y de frustración) podrían ser reveladoras en el campo del entrenamiento deportivo. También cabe preguntarse si mediante la manipulación en el diseño de los ejercicios podemos acercarnos al nivel óptimo de aprendizaje. Y qué modificaciones podemos utilizar como herramientas para conseguirlo

Atendiendo a todo lo descrito con anterioridad, se plantean los siguientes **objetivos:**

- Observar cómo varía el nivel de carga mental percibido por deportistas noveles (12-13 años) dependiendo de la dificultad del ejercicio de entrenamiento propuesto por su entrenador.
- Analizar como interaccionan el nivel de carga mental y el rendimiento percibido por el jugador en la tarea. Teniendo en cuenta los objetivos propuestos por el entrenador en la explicación del ejercicio y sus propias expectativas antes de iniciar el ejercicio.
- Comprobar cómo afecta este nivel de carga mental en cada ejercicio al jugador en su estado emocional, analizando la interacción de las dimensiones de carga mental y frustración experimentada.

3. Desarrollo del trabajo.

3.1. Contexto y participantes.

En la investigación participaron 11 jugadores del equipo CD Polanens de baloncesto de categoría infantil masculina que compite a nivel federativo en la división Primera Zonal Autonómica.

Es un equipo en su mayoría de primer año, recién ascendidos esta temporada de categoría alevín, con una media de 12'09 años. Todos llevan entre 2 y 4 años practicando este deporte y entrenan una media de 4 horas y media semanales. También compiten, salvo excepciones, todos los fines de semana.

3.2. Material y metodología.

Como se ha comentado anteriormente, el cuestionario NASA TLX (ver anexo 1) se ha postulado como un cuestionario apto para medir la carga mental de una tarea. Este cuestionario consta de 6 dimensiones que el sujeto deberá valorar de 1 a 20, que después se multiplicarán por 5 para facilitar su discusión:

- *Nivel de carga mental:* se refiere al nivel de actividad mental y perceptiva que ha requerido la tarea. Si es simple o compleja, fácil o difícil, pesada o ligera.
- *Nivel de exigencia física:* en referencia los recursos físicos necesarios. A si es una actividad muy relajada o, por el contrario, muy exhaustiva.
- *Exigencias temporales:* Si el ritmo era lento y tranquilo o rápido y frenético.
- *Rendimiento:* indica el grado de satisfacción con el rendimiento propio (si ha cumplido los objetivos del investigador, o en caso de una tarea de entrenamiento, con los del entrenador).
- *Esfuerzo:* se refiere al nivel de esfuerzo realizado por el sujeto, tanto a nivel mental, como a nivel físico.
- *Nivel de frustración:* indica el grado de inseguridad, estrés y descontento experimentado durante la tarea.

Se utilizó el cuestionario NASA TLX sin ponderaciones, conocido como RTLX, y se desarrolló una planilla simplificada que contenía las tres variables que se medirían (el nivel de carga mental percibido, el nivel de rendimiento percibido y la frustración experimentada en la tarea) en las cuales cada alumno debería valorar cada variable entre 0 y 20. El cuestionario se elaboró de forma que cada pregunta contuviera una pequeña aclaración sobre qué estaba pidiendo exactamente (ver Anexo 2)

En cuanto al procedimiento experimental seguido para llevar a cabo el estudio, fue el siguiente:

1. Se realizó una prueba de familiarización con el cuestionario por parte del equipo en un ejercicio de entrenamiento el día anterior al estudio. En primer lugar, se informó a los participantes sobre la realización del test y los conceptos de carga mental, de frustración y de rendimiento percibido. Seguidamente la entrenadora del equipo explicó el ejercicio que iban a realizar. Esta prueba se realizó con el motivo de que los participantes se familiarizaran con el cuestionario para el día siguiente de entrenamiento, que es cuando se realizaría el estudio.
2. El día del estudio se recordó a los participantes como se realizaría el cuestionario. La actividad consistió en la realización de tres ejercicios guiados por su entrenadora, con una progresión de menor a mayor dificultad para su posterior análisis. Y los alumnos realizarían el cuestionario anteriormente explicado sobre cada tarea después de esta.

3.3. Desarrollo de las tareas.

Se desarrollaron tres tareas de entrenamiento con diferentes niveles de complejidad con el objetivo de valorar si mediante la manipulación de los factores condicionantes, explicados más detalladamente en la justificación del estudio, se puede variar la carga mental de los ejercicios para trabajar en un rango óptimo de carga mental. Los factores condicionantes son:

- Relación numérica de jugadores.
- Espacio disponible.
- Presión temporal.
- Grado de libertad de actuación.

A continuación, se desarrollan los ejercicios que utilizó la entrenadora para la realización del estudio:

3.3.1. Ejercicio de prueba

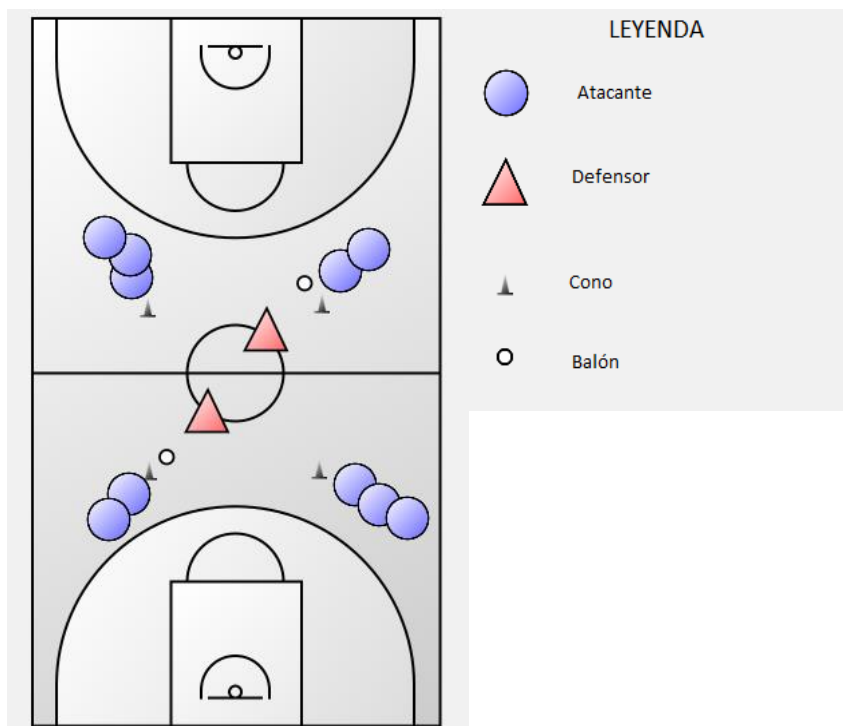


Figura 3: Representación gráfica del ejercicio de prueba.

Los atacantes deben pasar el balón a una de las otras filas y acto seguido deben situarse en una fila distinta de la que proceden y de la que han pasado el balón, y los defensores deben impedirlo, con una limitación de un bote con el cual tienen que ayudarse para crear espacios. Cada vez que los defensores consiguen robar un balón, pasan a ser atacantes y el jugador al cual le han robado el balón pasa a ser defensor. La tarea duro 10 minutos y después se realizó una variante exactamente igual, pero con pase picado (con bote).

3.3.2. Ejercicio 1

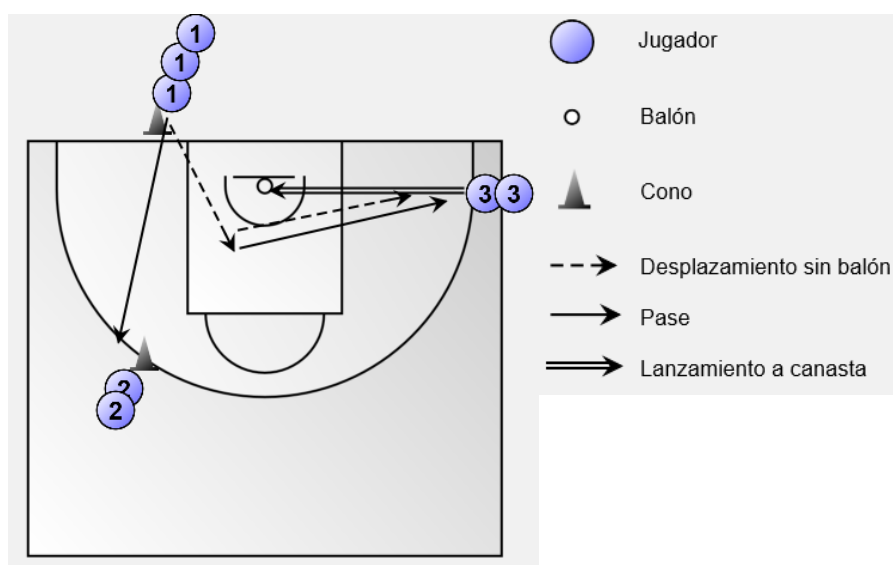


Figura 4: Representación gráfica del ejercicio 1.

El jugador de 1 pasa el balón a 2 y se desplaza a la zona para recibir el pase de este. Cuando 1 recibe el balón, se lo pasa al jugador 3 y se mueve hacia él para defenderlo y después del lanzamiento, ambos (1 y 3) luchan por el rebote. El que gana el rebote, se va a la fila de 2 y el que lo pierde, a la fila de 1. El 2 pasa a la fila de 3. El ejercicio duró 15 minutos.

Este ejercicio es un 1 contra 1, por tanto, la relación numérica de jugadores es baja. Con un espacio disponible del perímetro del triple, en el cual los jugadores tienen señalado lo que tienen que hacer en cada momento, lo que limita el grado de libertad de actuación de los jugadores. La presión temporal no es excesivamente alta, a pesar de que tienen que realizar el lanzamiento antes de que el defensor los alcance.

3.3.3. Ejercicio 2

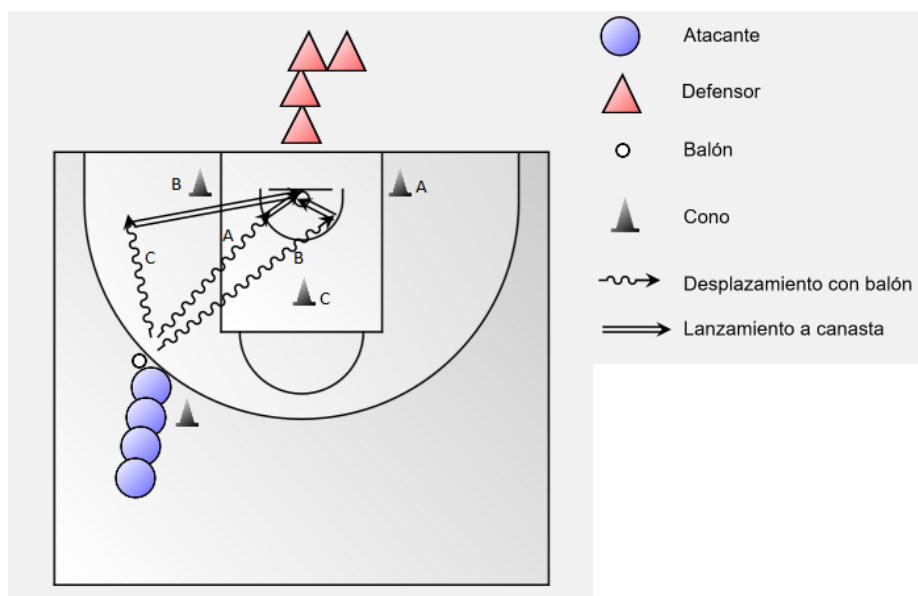


Figura 5: Representación gráfica del ejercicio 2.

Se trata de un ejercicio de 1 contra 1 con toma de decisión en el cual el defensor tocará el cono que la entrenadora le señale entre tres opciones, situados cerca de la canasta (A, B, C) y en el momento que el defensor toca el cono, el atacante saldrá de su fila y realizará una acción de ataque 1 contra 1. Antes del ejercicio, la entrenadora aconsejó cual sería la mejor opción dependiendo de la zona de partida del defensor:

- Si el defensor toca el cono A, el atacante ejecutará una entrada a canasta de forma rápida.
- Si el defensor toca B, el atacante realizará una entrada a aro pasado.
- Si el defensor toca C, el atacante se abrirá a la izquierda para realizar un tiro exterior.

Cuando acaba cada jugada, el defensor se va a la fila de atacantes y viceversa. El ejercicio duró 10 minutos.

Al igual que el Ejercicio 1, se trata de una situación de 1 contra 1, el espacio disponible también es el perímetro del triple, con una relación numérica baja. Sin embargo, la diferencia con el Ejercicio 1 es que aumenta el grado de libertad de actuación del jugador, que debe decidir muy rápidamente que opción de ataque escoger, lo que también aumentará la presión temporal.

3.3.4. Ejercicio 3

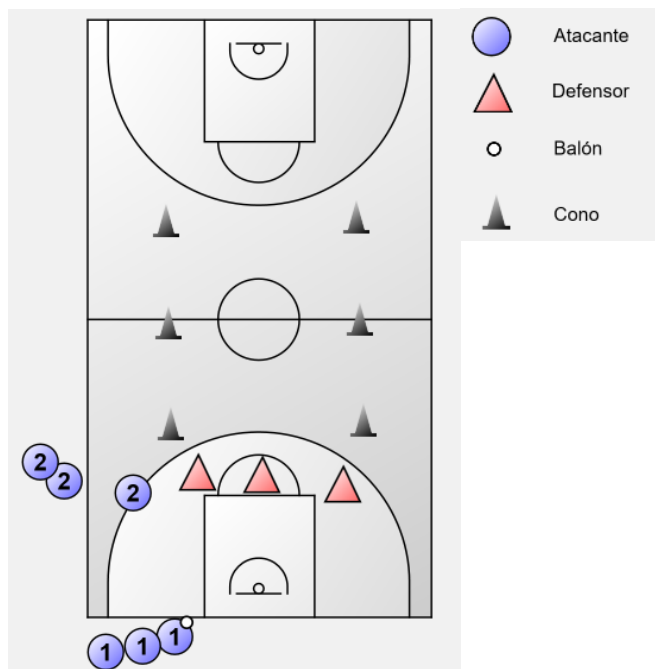


Figura 6: Representación gráfica del ejercicio 3.

Se trata de un ejercicio de saque de fondo con una situación de 2 atacantes contra 3 defensores. La fila de 1 es la que realiza el saque inicial y la de 2 la que se desmarca para recibir el pase. Al explicar el ejercicio, la entrenadora dio la consigna a sus jugadores de que cuando 1 sacaba y recibía 2, si 2 no le devolvía el balón rápidamente, 1 debía desmarcarse y correr por el exterior de los conos, nunca por el interior.

Este ejercicio se diseñó con la intención de que fuera más complejo que los anteriores, ya que tiene una mayor relación numérica de jugadores (2 contra 3). El espacio disponible es la pista entera. El grado de libertad de actuación es mayor que en los Ejercicios 1 y 2 y la presión temporal es alta, puesto que tan solo disponen de 8 segundos para pasar al campo contrario.

3.4. Resultados.

En este apartado, procederemos a exponer los resultados obtenidos en cada uno de los ejercicios que se realizaron en el estudio para su posterior análisis:

En primer lugar, se exponen los resultados del cuestionario NASA TLX que realizaron los alumnos después de cada ejercicio, acompañados de la media de cada una de las variables medidas (carga mental, nivel de rendimiento obtenido y nivel de frustración experimentado) y de la ponderación de esta sobre 100, tal y como es utilizada en el cuestionario NASA TLX, además de la desviación típica de cada variable:

Tabla 1

Resultados del cuestionario del ejercicio 1.

	Carga mental	Rendimiento	Frustración
Jugador 1	30	20	35
Jugador 2	25	75	15
Jugador 3	55	70	45
Jugador 4	5	75	30
Jugador 5	30	40	40
Jugador 6	50	60	40
Jugador 7	60	55	40
Jugador 8	30	40	20
Jugador 9	40	40	30
Jugador 10	35	45	35
Jugador 11	40	45	25
Promedio	36,36	51,36	32,27
Desviación típica	15,35	17,33	9,32

Tabla 2

Resultados del cuestionario del ejercicio 2.

	Carga mental	Rendimiento	Frustración
Jugador 1	60	30	50
Jugador 2	45	75	50
Jugador 3	20	25	20
Jugador 4	30	80	20
Jugador 5	10	40	45
Jugador 6	45	70	35
Jugador 7	50	65	35
Jugador 8	40	75	15
Jugador 9	60	50	60
Jugador 10	50	60	40
Jugador 11	50	65	40
<i>Promedio</i>	41,82	57,73	37,27
<i>Desviación típica</i>	15,85	18,89	14,21

Tabla 3

Resultados del cuestionario del ejercicio 3.

	Carga mental	Rendimiento	Frustración
Jugador 1	70	80	70
Jugador 2	50	75	50
Jugador 3	60	40	60
Jugador 4	40	65	25
Jugador 5	65	40	55
Jugador 6	70	70	70
Jugador 7	75	65	50
Jugador 8	40	60	65
Jugador 9	65	75	75
Jugador 10	70	75	65
Jugador 11	65	75	65
Promedio	60,91	65,45	59,09
Desviación típica	12,21	13,87	13,93

A continuación, tres gráficos, cada uno de los cuales expone la diferencia entre los tres ejercicios en el promedio de cada una de las variables medidas por los sujetos (Carga mental, rendimiento y frustración) con la desviación estándar de cada una de ellas, que nos señalara la variabilidad en el resultado:

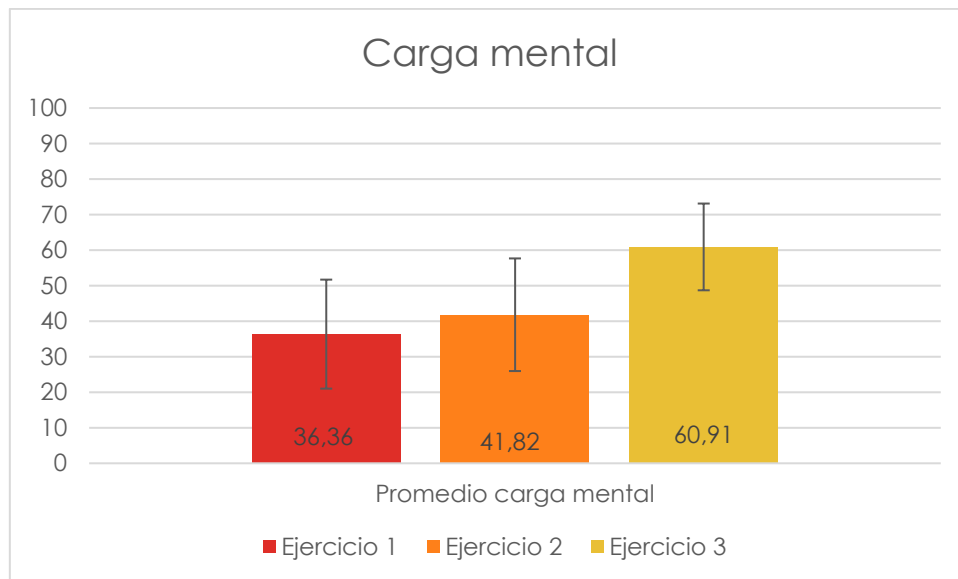


Figura 7. Nivel de carga mental en los distintos ejercicios.

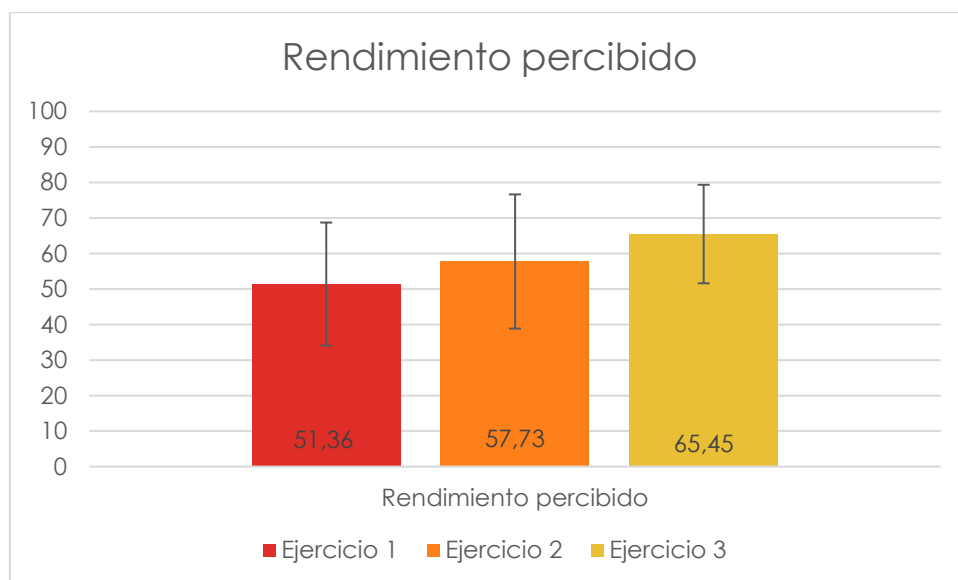


Figura 8. Nivel de rendimiento percibido en los distintos ejercicios.

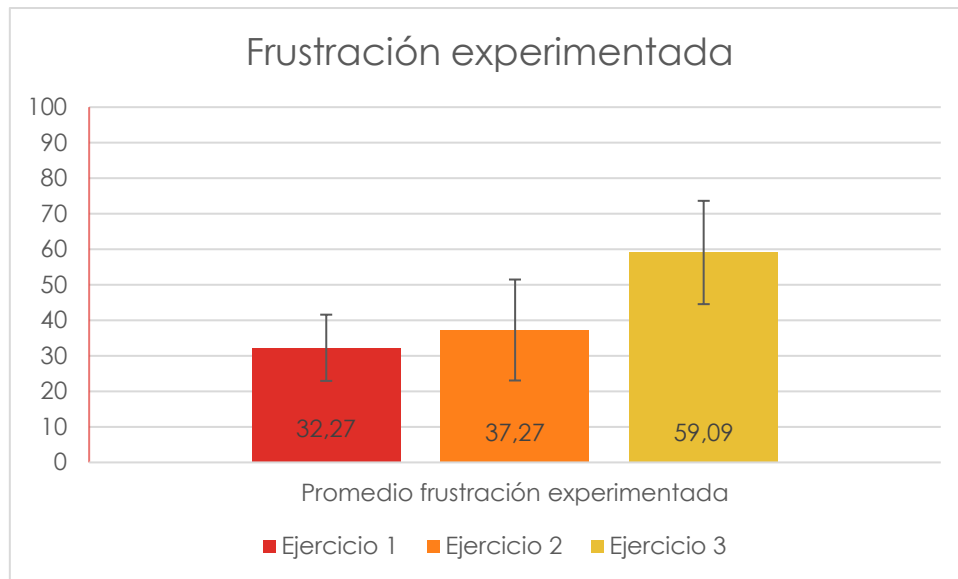


Figura 9. Nivel de frustración experimentada en los distintos ejercicios.

En último lugar, podemos observar la evolución de las tres dimensiones del cuestionario en cada uno de los ejercicios realizados de forma conjunta:

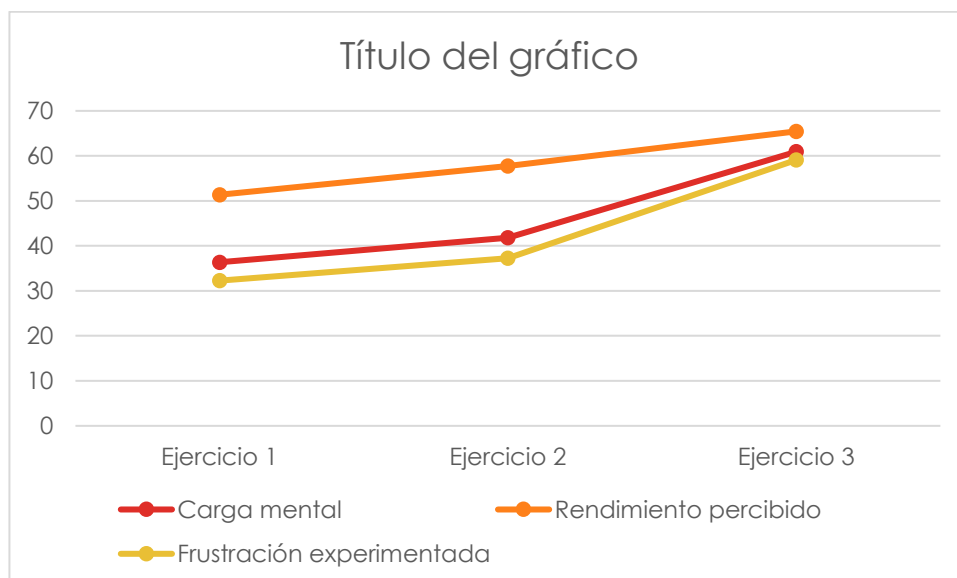


Gráfico 10. Resumen dimensiones del cuestionario Nasa TLX dependiendo de la dificultad del ejercicio.

4. Discusión, conclusiones e implicaciones futuras.

4.1. Discusión.

Los objetivos de este trabajo son analizar en qué medida varía la carga mental percibida por los jugadores dependiendo del nivel de incertidumbre de la tarea. Observar cómo interactúa el nivel de carga mental de tres ejercicios distintos en cuanto a dificultad con el rendimiento percibido por el jugador. Y de qué forma la frustración se correlaciona con este nivel de carga mental. Para finalmente proponer modificaciones que adapten el nivel de carga mental en los ejercicios realizados.

Los deportes colectivos de interacción, como es el baloncesto, se caracterizan por el gran nivel de incertidumbre que generan en competición y en los entrenamientos (Cárdenas et al, 2015). El nivel de incertidumbre será proporcional a la carga mental experimentada por el jugador, ya que exigirá de él una mayor demanda de recursos cognitivos, como la atención o la toma rápida y correcta de decisiones cuanto más complicada sea la tarea propuesta (Camacho, 2016).

Las tareas que programó su entrenadora se diseñaron de menor a mayor dificultad, como se explica en el desarrollo de las tareas, en función de los cuatro factores condicionantes de exigencia mental (relación numérica de jugadores, espacio disponible, presión temporal y grado de libertad de actuación de los jugadores). Se trata de un entrenamiento con un alto componente de decisiones tácticas, tanto a nivel individual, en los dos primeros ejercicios y a nivel más colectivo, en el último. Esto produce, como podemos observar en la Figura 7, que la carga mental aumente en cada ejercicio respecto al anterior.

Tomando como valor la puntuación que establecieron Akizuki y Ohashi (2015) de 51,5 en la dimensión de rendimiento del NASA TLX como umbral óptimo de desafío para una tarea a nivel mental, el ejercicio 1 (51,36) es el más cercano a este valor.

El ejercicio 1, utilizado por el equipo los días de partido como calentamiento, es un ejercicio de pase, lanzamiento y rebote con un bajo nivel de incertidumbre. Esto se debe al poco grado de libertad de actuación en comparación con los ejercicios 2 y 3. Las

modificaciones en la distancia del lanzamiento o la ubicación del pase al lanzador, podría reducir o aumentar el nivel de carga mental del ejercicio.

El ejercicio 2, sin embargo, a pesar de tratarse de un ejercicio de 1vs1 sí que supone una mayor carga mental para el jugador. Este aumento es causado por el déficit de tiempo generado por la velocidad en la toma de decisión del atacante dependiendo de la opción que escoja el defensor. Por tanto, se interpreta que a medida que la presión temporal aumenta lo hace la carga mental percibida por el alumno, como ya postuló Camacho (2016).

El ejercicio podría adaptarse separando más los conos, reduciendo así la limitación temporal del atacante. También conseguiríamos el mismo efecto retrasando la posición de inicio del jugador atacante.

Y, por último, en el ejercicio 3, se observa un aumento considerable de la carga mental debido a la limitación temporal de 8 segundos para pasar de medio campo y a la mayor relación numérica de jugadores, ya que los atacantes se ven en inferioridad respecto a los defensores (2 vs 3) lo que aumenta la incertidumbre en la tarea (Figura 7).

Para reducir el alto nivel de carga mental observado en las respuestas del cuestionario del ejercicio 3, se proponen las siguientes modificaciones que podrían reducir el nivel de incertidumbre de la tarea:

- Reducir el ejercicio a una situación 1 contra 2, modificando así la relación numérica de jugadores.
- Igualar el número de atacantes con el de defensores, lo que aumentaría la carga de los defensores, pero reduciría la de los jugadores atacantes.
- Aumentar el tiempo disponible para cruzar el medio campo.

Atendiendo a las tablas 1, 2 y 3, que exponen los resultados del cuestionario realizado por los alumnos al finalizar cada ejercicio del entrenamiento, observamos que hay una gran variabilidad en las respuestas obtenidas. Se debe tener en cuenta que en el cuestionario NASA TLX, los sujetos puntúan entre 1 y 20 cada ítem, y después se multiplica cada resultado por 5, lo que nos presenta el resultado de 0 a 100. Por este

motivo, obtenemos un alto valor de desviación típica en todas las dimensiones del cuestionario.

Las diferencias individuales que se observan en dichas tablas (1, 2 y 3) pueden deberse principalmente a la diferencia en el nivel técnico-táctico de los jugadores, a su capacidad de trabajo bajo presión y a su capacidad de comprensión de los ejercicios. Los altos niveles de dispersión que señala la desviación típica nos indican que el nivel del grupo es bastante heterogéneo. A pesar de la dificultad en los entrenamientos de un deporte colectivo cómo es el baloncesto para adaptar individualmente la carga mental de un ejercicio, se hace imprescindible para que cada jugador trabaje en su nivel óptimo de carga mental para favorecer el desarrollo y aprendizaje.

En todos los ejercicios propuestos es posible esta adaptación mediante la organización por grupos de trabajo con niveles similares en cuanto a la percepción de la carga mental y al nivel de pericia de los jugadores, para que las situaciones de ataque-defensa fueran más parejas.

Atendiendo al nivel de rendimiento percibido por los jugadores en cada tarea en la Figura 8, el rendimiento percibido aumenta a medida que lo hace la carga mental de la tarea (Figura 10). Por lo tanto, cuanto mayor es la dificultad de las metas propuestas, mayor es la percepción de rendimiento del alumno. Estos datos nos empujan a interpretar que, si una tarea es exigente mentalmente para el jugador, experimenta que le exigirá un resultado alto. Dichos resultados coinciden con otros estudios en el campo de las ciencias del deporte (Akizuki y Ohashi, 2015; Camacho, 2016).

Para analizar la carga emocional de la tarea, podemos ver la Figura 9, que nos muestra los resultados de la dimensión de frustración del NASA TLX. Observamos que aumenta cuando más carga mental experimentamos. Este hecho debe ser también tenido en cuenta a la hora de diseñar tareas de entrenamiento, ya que la frustración por parte de los jugadores, tanto en entrenamientos como en competiciones, puede derivar en un gran aumento de la carga mental experimentada (Figura 7). Y como hemos comentado anteriormente, Shuggi et al. (2017) determinó que, si la carga mental superaba el umbral de desafío óptimo, el aprendizaje sería menos efectivo.

Camacho (2016) estudió cómo manipulando las condiciones de la tarea (limitación temporal y número de pases entre jugadores) se podía influir en las variables psicológicas y obtuvo variaciones en la carga mental cuando incluía una limitación temporal en el ejercicio. Existe cierta coincidencia en este trabajo respecto a estos hechos, ya que la limitación de los 8 segundos para cruzar el medio campo en el ejercicio 3 aumenta considerablemente la carga mental respecto a los otros ejercicios.

En cuanto a las limitaciones del estudio realizado, el pequeño tamaño de la muestra (11 jugadores) genera un alto valor de desviación típica en las tres dimensiones del cuestionario. Con un mayor número de sujetos, la validez de los resultados sería mayor. Y con la participación de otro equipo de distinta categoría, podríamos valorar las diferencias dependiendo del nivel de pericia, como hizo Camacho (2016) en su tesis.

Por otro lado, disponiendo de más tiempo para la realización del estudio, se podría comprobar como varían los valores de carga mental, frustración y rendimiento con las variaciones propuestas en esta discusión para adaptar la carga mediante una prueba de retención del aprendizaje.

4.2. Conclusiones.

Una vez analizados los resultados del estudio

- El nivel de carga mental percibido por los deportistas es mayor cuando la tarea de entrenamiento propuesta genera más incertidumbre. Por lo tanto, modificando el nivel de incertidumbre de la tarea, podemos manipular la carga mental.
- Los valores de rendimiento percibido por los jugadores aumentan a medida que los jugadores experimentan mayor carga mental en las tareas de entrenamiento.
- El nivel de frustración experimentado por los jugadores es mayor cuando el ejercicio de entrenamiento genera una mayor demanda de exigencia mental.

4.3. Implicaciones futuras.

Cuando se empezó con el diseño de este estudio, la mayor preocupación fue el poco tiempo para realizar la prueba, ya que constó de dos días, uno para realizar la adaptación al cuestionario y otro para realizarlo.

Sería muy interesante poder comprobar el impacto de las modificaciones propuestas de las tareas en las tres dimensiones medidas, para comprobar los cambios que generarían en la carga mental. Al igual que comprobar más modificaciones basadas en los factores condicionantes del nivel de incertidumbre (relación numérica de jugadores, espacio disponible, tiempo disponible y libertad de actuación).

Por otro lado, poder disponer de una mayor muestra, como puede ser otro equipo de categoría superior, nos daría la posibilidad de realizar un estudio transversal. Lo que nos permitiría analizar las diferencias en los resultados de las dimensiones propuestas y comprobar la diferencia en la aplicación de las modificaciones de los ejercicios realizados en el estudio según el nivel de pericia.

Además, podríamos obtener más información sobre cómo interactúan la carga mental con la frustración experimentada cuando trabajamos por debajo del umbral óptimo de carga mental, proponiendo más ejercicios con menor carga mental que los que se han trabajado. Del mismo modo, analizar cómo influiría este trabajo por debajo del umbral en la percepción del rendimiento.

Como se viene demostrando con la gran cantidad de estudios realizados sobre el esfuerzo cognitivo y el papel de la carga mental, es imprescindible la inclusión del papel psicológico y la carga mental en la planificación y la cuantificación del entrenamiento de los deportistas. Es interesante el uso del cuestionario NASA TLX como medida de la carga mental, sin embargo, aún queda mucho camino por recorrer. La interacción de la carga física y mental hace necesario la propuesta de métodos de cuantificación que integren a ambas, para poder maximizar los resultados del entrenamiento

5. Referencias.

- Alarcón, F., Ureña, N., & Cárdenas, D. (2017). La fatiga mental deteriora el rendimiento en el tiro libre en baloncesto. *Revista de psicología del deporte*, 26(1), 33-36. Recuperado de: https://www.rpd-online.com/article/view/v26-n3-alarcon-urena-cardenas/Alarcon_Urena_Cardenas
- Akizuki, K., & Ohashi, Y. (2015). Measurement of functional task difficulty during motor learning: What level of difficulty corresponds to the optimal challenge point? *Human movement science*, 43, 107-117. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2015.07.007>
- Badillo, J. J. G., & Serna, J. R. (2002). *Bases de la programación del entrenamiento de fuerza* (Vol. 308). Inde.
- Banister, E., Calvert, T., Savage, M., & Bach, T. (1975). A systems model of training for athletic performance. *Aust J Sports Med*, 7(5), 61.
- Bompa, T. O. (2003). *Periodización. Teoría y metodología del entrenamiento*. York, Canadá: Editorial Hispano Europea.
- Borg, G. (1990). A category scale with ratio properties for intermodal and interindividual comparisons. *Psychophysical judgment and the process of perception*, 25-34. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2345867>
- Camacho, P. (2016). *Influencia de una estrategia de enseñanza incidental sobre variables psicológicas, fisiológicas y motoras en jugadores de baloncesto de diferentes edades y niveles de pericia*. (Tesis Doctoral). Universidad de Huelva, Huelva, España.
- Cárdenas, D., Perales, J. C., & Alarcón, F. (2014). La planificación del entrenamiento para la toma de decisiones en los deportes de equipo. *El entrenamiento táctico y decisional en el deporte*. Madrid: Síntesis, 264-89. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/307559408>

- Cárdenas, D., Conde-González, J., & Perales, J. C. (2015). El papel de la carga mental en la planificación del entrenamiento deportivo. *Revista de psicología del deporte*, 24(1), 91-100. Recuperado de: https://www.rpd-online.com/article/view/1365/cardenas_conde_gonzalez_etal
- Cardoso, F. D. S., González-Víllora, S., Guilherme, J., & Teoldo, I. (2019). Young Soccer Players With Higher Tactical Knowledge Display Lower Cognitive Effort. Perceptual and motor skills. <https://doi.org/10.1177/0031512519826437>
- Cummins, C., Orr, R., O'Connor, H., & West, C. (2013). Global positioning systems (GPS) and microtechnology sensors in team sports: a systematic review. *Sports medicine*, 43(10), 1025-1042. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-013-0069-2>
- Guadagnoli, M. A., & Lee, T. D. (2004). Challenge point: a framework for conceptualizing the effects of various practice conditions in motor learning. *Journal of motor behavior*, 36(2), 212-224. <https://doi.org/10.3200/JMBR.36.2.212-224>
- Kal, E., Prosée, R., Winters M, van der Kamp J (2018) Does implicit motor learning lead to greater automatization of motor skills compared to explicit motor learning? A systematic review. PLoS ONE 13(9): e0203591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203591>
- Latinjak, A. T. (2014). APRENDIZAJE IMPLÍCITO Y EXPLÍCITO: ENTRE EL HACER Y EL COMPRENDER. En V. López-Ros y J. Sargatal (Ed.), *El aprendizaje de la acción táctica* (pp. 60-86). Girona, España: Universitat de Girona, Servei de Publicacions. Recuperado de: http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/VI_Jornades_aprendizaje_accion_tactica/docs/Diversitas76_BR.pdf#page=60
- Paas, F., Van Gog, T., & Sweller, J. (2010). Cognitive load theory: New conceptualizations, specifications, and integrated research perspectives. *Educational psychology review*, 22(2), 115-121. <http://dx.doi.org/10.1007/s10648-010-9133-8>

- Shuggi, I. M., Oh, H., Shewokis, P. A., & Gentili, R. J. (2017). Mental workload and motor performance dynamics during practice of reaching movements under various levels of task difficulty. *Neuroscience*, 360, 166-179. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2017.07.048>
- Van Acker, B. B., Parmentier, D. D., Vlerick, P., & Saldien, J. (2018). Understanding mental workload: from a clarifying concept analysis toward an implementable framework. *Cognition, Technology & Work*, 20, 351-365. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10111-018-0481-3#authorsandaffiliations>

Anexos

Anexo 1. Nasa TLX

MÉTODO NASA TLX

DIMENSION	DEFINICIÓN	OPERATIVIZACIÓN
Exigencias Mentales (M)	Cantidad de actividad mental y perceptiva que requiere la tarea	¿Cuánta actividad mental y perceptiva fue necesaria? (pensar, decidir, calcular, etc.). ¿Es una tarea difícil o fácil, simple o compleja, pesada o ligera?
Exigencias Físicas (F)	Cantidad de actividad física que requiere la tarea	¿Cuánta actividad física fue necesaria? ¿Se trata de una tarea difícil o fácil, lenta o rápida, relajada o cansada?
Exigencias Temporales (T)	Nivel de presión temporal percibida	¿Cuánta presión de tiempo sintió debido al ritmo al cual se sucedían las tareas o elementos de las tareas? ¿Era el ritmo lento y pausado, o rápido y frenético?
Rendimiento (R)	Grado de satisfacción con el propio nivel de rendimiento	¿Hasta qué punto cree que ha tenido éxito en los objetivos establecidos por el investigador (o por Ud. mismo)? ¿Cuál es su grado de satisfacción con el nivel de ejecución?
Esfuerzo (E)	Grado de esfuerzo mental y físico que debe realizar para obtener su nivel de rendimiento	¿En qué medida ha tenido que trabajar (física o mentalmente) para alcanzar su nivel de resultados?
Nivel de Frustración (Fr)	Grado de inseguridad, estrés, irritación, descontento, etc., sentido durante la realización de la tarea	Durante la tarea, ¿en qué medida se ha sentido inseguro, desalentado, irritado, tenso o preocupado o por el contrario, se ha sentido seguro, contento, relajado y satisfecho?

En el siguiente cuadro debe marcar con un círculo, cual aspecto del par presentado contribuye más a la carga de la tarea

M - F	F - T	T - E
M - T	F - R	T - Fr
M - R	F - E	R - E
M - E	F - Fr	R - Fr
M - Fr	T - R	E - Fr

En el siguiente cuadro debe marcar un punto en la escala que se presenta







<p>Exigencia Mental. ¿Qué tan demandante mentalmente es la tarea?</p>  <p>Baja Alta</p>	<p>Exigencia Física. ¿Qué tan demandante mentalmente es la tarea?</p>  <p>Baja Alta</p>
<p>Exigencias Temporales. ¿Qué tan fuerte o rápido es el ritmo impuesto para hacer la tarea?</p>  <p>Baja Alta</p>	<p>Rendimiento. ¿Qué tan exitoso ha sido para lograr lo que ha requerido?</p>  <p>Baja Alta</p>
<p>Esfuerzo. ¿Qué tan duro tiene que trabajar para lograr un adecuado nivel de rendimiento?</p>  <p>Baja Alta</p>	<p>Nivel de Frustración. ¿Qué tan inseguro, irritado o estresado y molesto está por la tarea?</p>  <p>Baja Alta</p>

Tabla de Evaluación del Método NASA - TLX

Variable	(a) Peso	(b) Puntuación	(c) Puntuación convertida (b x 5)	(d) Puntuación Ponderada (c x a)
Exigencias Mentales				
Exigencias Físicas				
Exigencias Temporales				
Rendimiento				
Esfuerzo				
Frustración				
TOTAL	15			

Tabla de Puntajes

NASA TLX	Nivel de Carga Mental
500 puntos o menos	Bajo
Sobre los 500 puntos y por debajo de los 1000 puntos	Medio
Evaluación global sobre 1000 puntos y cuyos factores predominantes posean un carácter intrínseco (independientemente que la suma de factores intrínsecos no alcance los 100 puntos)	Alto

Variable	Intrínseco	Extrínseco
Exigencias Mentales	<p>Implica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de indicadores, señales o variables de carácter, ya sea cambiante, aleatorio o esporádico, altamente críticos para la realización de la tarea. • Análisis y relaciones complejas. • Tomas de decisión en contextos inciertos y de elevado impacto. • Simultaneidad de acciones y toma de decisiones complejas. • Responsabilidad sobre personas y/o equipamientos en condiciones de riesgo. • Todas las acciones que no cuentan con alternativas de soporte o sustitución (automatización, por ejemplo) técnico u organizacional, que permita subsanar las exigencias. 	<p>El diseño del puesto, de los flujos, supervisión, controles, etc., con los que cuenta la organización, se encuentran a la base de las exigencias del puesto.</p> <p>Las herramientas, soportes materiales y factores ambientales se encuentran a la base de las exigencias del puesto.</p>
Exigencias Físicas	La realización de la tarea implica elevada carga física y/o condiciones ambientales exigentes.	<p>La percepción de las exigencias del puesto derivan de carencias en las competencias de los ocupantes del puesto</p> <p>Es técnicamente posible subsanar las exigencias del puesto de trabajo por medio de arreglos organizacionales, tecnológicos o con programas de desarrollo de competencias.</p>
Exigencias Temporales	Implica operar con plazos de respuesta breves, no predecibles o trabajar por períodos prolongados, eventualmente sin o con escasas pausas. Tiene escaso control de sus tiempos de descanso y/o de término de su jornada de trabajo.	
Rendimiento	Elevadas exigencias de rendimiento. Debe cumplir metas elevadas en volumen y/o calidad para cumplir con los estándares de su puesto.	
Esfuerzo	Requiere poner permanentemente en juego todos sus recursos intelectuales, físicos y emocionales para asegurar los estándares de su puesto.	
Nivel de Frustración	Los resultados de su actividad no están asegurados por el hecho de realizar las tareas conforme a lo estipulado y poniendo de sí todos los esfuerzos y recursos que dispone para ello	

Anexo 2: Nasa TLX aplicado a las tres variables analizadas.

NOMBRE:

EJERCICIO 1

Carga mental

Mentalmente, ¿Es un ejercicio fácil o difícil, simple o complejo, pesado o ligero?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Fácil, simple, ligero

Difícil, complejo, pesado

Nivel de rendimiento

¿Hasta qué punto crees que has tenido éxito en el ejercicio? ¿Has cumplido tus objetivos y los del entrenador?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Muy bajo

Muy alto

Nivel de frustración

¿Cómo te has sentido: inseguro o seguro, nervioso o relajado, preocupado o satisfecho?

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Seguro, relajado, satisfecho

inseguro, nervioso, preocupado